

(51) Int.Cl.
 H 04 L 12/28
 H 04 B 7/15
 7/26
 H 04 L 12/56

識別記号

F I
 H 04 L 11/00
 H 04 B 7/15
 7/26
 H 04 L 11/20

テーマコード(参考)
 3 1 0 B 5 K 0 3 0
 Z 5 K 0 3 3
 A 5 K 0 6 7
 1 0 2 D 5 K 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数12 OL (全 18 頁)

(21)出願番号 特願平11-316668
 (22)出願日 平成11年11月8日 (1999.11.8)

(71)出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
 (72)発明者 米田 壽一
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか事業所内
 (72)発明者 小川 尚雄
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株式会社日立製作所大みか事業所内
 (74)代理人 100068504
 弁理士 小川 勝男 (外1名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 無線ネットワーク、その経路制御方法および無線通信制御装置

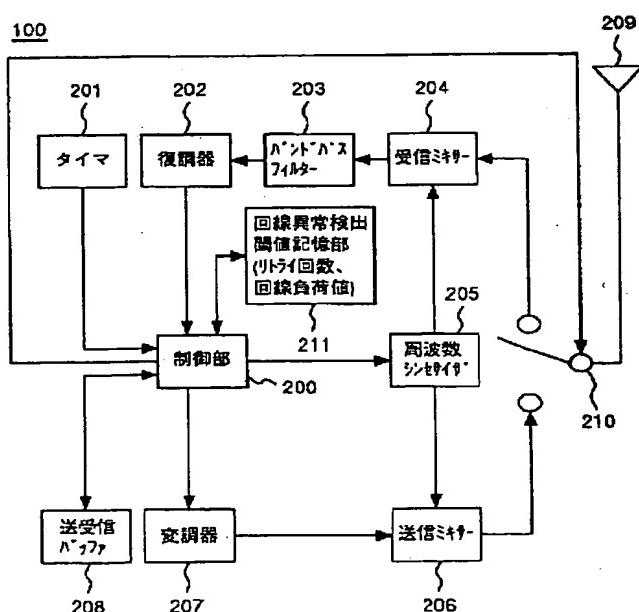
(57)【要約】

【課題】回線品質が時々刻々と変化する無線ネットワークで、データ転送を安定に行い、無線ネットワークの性能と信頼性向上する。

【解決手段】複数の無線通信制御装置間で、任意の送信元から任意の送信先へデータを送信する転送経路が複数存在するように論理構成された無線ネットワークで、送信開始前に、送信元となる無線通信制御装置の制御部200は送信元へ通じる複数の経路に経路調査フレームを送信し、送信先で先に受信された経路、リトライ回数の少ない経路あるいは回線負荷の少ない経路を判断し、使用する経路を決定する。各経路で中継局となる無線通信制御装置は、自装置でのリトライ回数／回線負荷を求め、経路調査フレーム上に更新処理して格納する。更に、通信中のデータフレームによっても、途上での経路情報

(リトライ回数／回線負荷)を取得し、送信先で受信した経路情報の値が閾値記憶部211の値を超えた場合に異常を検出し、送信元へ使用経路の異常発生を通知して経路を切替える。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】 無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へデータを送信する経路が複数存在するように構成される無線ネットワークにおいて、前記送信元から前記送信先へ経路情報の調査可能なフレームを送信し、このフレームを通じて取得される経路情報による回線品質が一定レベル以上となる経路または複数の経路の中で最も回線品質の高い経路を使用経路に決定する転送経路制御機能を設けてなることを特徴とする無線ネットワーク。

【請求項2】 請求項1において、

前記経路情報は、前記送信元から前記送信先へ前記フレームを送信する片道または往復の経路における前記フレームの通信時間、リトライ回数または回線負荷であり、前記経路情報の値が小さいほど前記回線品質を高く評価することを特徴とする無線ネットワーク。

【請求項3】 請求項1または2において、

前記通信制御装置が前記経路情報の調査可能なフレームの発行手段と、受信した経路情報に基づいて使用経路を決定する経路判定手段を備え、前記送信元と前記送信先の通信制御装置さらには中継の通信制御装置の連系によって前記転送経路制御機能を構成してなることを特徴とする無線ネットワーク。

【請求項4】 無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へ直接または他の通信制御装置を経由してデータを送信する経路が複数存在するように構成されている無線ネットワークにおいて、

前記送信元から前記送信先への通信中に、送信元からのデータフレームに設けた経路情報エリアを用いて経路上の経路情報を取得し、前記送信先で異常検出閾値と経路情報エリアの値を比較し、前記経路情報の値が前記異常検出値を超える場合に通信中の経路の異常検出を行い、前記送信元へ異常発生を通知する回線異常検出機能を備えたことを特徴とする無線ネットワーク。

【請求項5】 請求項4において、

請求項1、2または3に記載の転送経路制御機能を設け、前記送信元は使用経路の異常発生を知ったときに、少なくとも使用経路外の他の全ての経路を通じて前記送信先へ前記経路情報の調査可能なフレームを送信し、経路品質のよい経路への切り替えを可能にしたことを特徴とする無線ネットワーク。

【請求項6】 無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へデータを送信する経路が複数存在するように構成される無線ネットワークの経路制御方法において、

前記送信元から前記送信先への通信開始または再開時に、前記送信元から前記送信先への全ての経路に対して

経路情報を調査するための経路調査フレームを送信し、前記送信先が受信した複数の経路調査フレームの経路情報、または前記送信先で各々の経路を折り返し前記送信元が受信した複数の経路調査フレームの経路情報に基づいて、各経路の回線品質を判断して使用経路を決定することを特徴とする無線ネットワークの経路制御方法。

【請求項7】 請求項6において、

前記送信先または前記送信元が複数の経路から前記経路調査フレームを受信し、最初に受信された経路を通信時間の最も短い最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする無線ネットワークの経路制御方法。

【請求項8】 請求項6において、

前記経路調査フレーム内にリトライ回数を前記経路情報として格納する領域を持ち、前記送信元から前記送信先への経路調査フレームまたは折り返しの経路調査フレームの中継を行う通信制御装置が前記経路調査フレームを次段の通信制御装置へ送信する時に発生したリトライ回数を前記経路調査フレーム内のリトライ回数を格納する領域に累積し、前記送信先または前記送信元が複数の経路から受信した経路調査フレーム内のリトライ回数を比較し、リトライ回数の累積値の最も小さい経路を最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする無線ネットワークの経路制御方法。

【請求項9】 請求項6において、

前記経路調査フレーム内に回線負荷を格納する領域を持ち、前記送信元から前記送信先への経路調査フレームまたは折り返しの経路調査フレームの中継を行う通信制御装置が前記経路調査フレームを次段の通信制御装置へ送信する際に現在の回線負荷を求め、前記経路調査フレーム内に格納された回線負荷の値より求めた回線負荷が大きい場合に経路調査フレーム内の回線負荷を求めた回線負荷に書き換え、前記送信先または前記送信元が複数の経路から受信した経路調査フレーム内の回線負荷を比較し、回線負荷の最も小さい経路を最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする無線ネットワークの経路制御方法。

【請求項10】 請求項9において、

前記回線負荷は、現時点から所定時間前までに前記次段の通信制御装置との間で送受信したフレームのビット数を、前記次段の通信制御装置との間の回線の帯域で割った値によって表すことを特徴とする無線ネットワークの経路制御方法。

【請求項11】 無線ネットワークを構成する複数の通信制御装置の1つであって、送信局、受信局または中継局となって送信元（送信局）から送信先（受信局）へのデータを複数の経路の1つを使用して送信する無線通信機能を持つ無線通信制御装置において、

経路情報エリアを有し、前記送信元から前記送信先への経路情報の取得可能なフレームの送信手段と、受信したフレームの経路情報を自装置で求めた経路情報に基づい

て更新する経路情報取得手段と、複数の経路から受信したフレームの経路情報に基づいて使用経路を決定する経路判定手段を設け、自装置が送信局、受信局または中継局かに応じて上述した送信手段、経路情報取得手段または経路判定手段の少なくとも1つを実行することを特徴とする無線通信制御装置。

【請求項12】 請求項11において、

前記送信元から前記送信先へ送信するデータフレームに前記経路情報エリアを有し、データ通信中に使用経路の経路情報を前記データフレームから取得して、予め設定されている異常検出閾値と比較し、使用経路の経路情報の値が閾値を超える場合に前記使用経路の異常検出を行なう異常検出手段を設けたことを特徴とする無線通信制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は複数の無線通信制御装置から構成される無線ネットワークに関し、特に無線通信制御装置の経路制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、計算機間でデータのやり取りを行うコンピュータネットワークの進歩により、通信サービス業務を行っている業者だけにとどまらず、企業内および企業間におけるデータ通信などに普及している。さらに、ネットワーク通信の導入の要求は小規模なオフィス、スーパーマーケット、一般家庭等にも広がっている。しかし、これまでのネットワーク技術はケーブルによる計算機の相互接続を行う有線方式が主体であり、スーパーマーケットのように頻繁に計算機の配置が変化する場所、あるいはケーブル自体の敷設が困難な一般家庭や小規模オフィスではネットワークを導入することが困難であった。

【0003】これらのケーブル敷設の問題を解決する方法として、ケーブルではなく無線によるネットワークが注目されている。無線ネットワーク構築のためには、隣接する特定の無線局間の通信を確立する必要がある。例えば、国際規格IEEE802.11に定められた周波数ホッピング方式により、各無線局は帯域を予め決められたパターンで分割することで、特定の無線局との通信を行うことができる。つまり、周波数ホッピングパターンが同じ無線局間でしか通信が成立しないため、他の無線局間の通信が誤って受信されることはない。

【0004】無線局が特定の隣接局とのみの通信回線を確保したうえで、各無線局に割り振られたSSID(システムID番号)を基に、論理的なネットワークの構成を決定する。この段階では、論理的なネットワーク網を構成するだけなので、無線局の中継を介した無線局間のネットワーク経路は複数存在しており、どの経路を選択するかは、論理的なネットワーク網を構成したプログラムよりも更に上位のプログラムが行う。

【0005】無線ネットワークにおける帯域共有の一般的な方法は、CSMA/CA方式である。この方式は規格IEEE802.11に記載されている通り、キャリアセンスを行い、どの無線局もデータ(送信波)を出していないことを確認し、データ送信を行う方法である。複数の無線局の送信波が衝突してデータが相手局に到達しなかった場合、相手局が送信されたデータに対して応答を返さないため送信局は応答受信までの時間がタイムアウトとなり、送信波の衝突、あるいは外乱による送信波の未到達を送信局は検出する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】無線ネットワークはケーブル敷設が不要であるから、これまで小規模で計算機間の距離が短いネットワークの構成に使われている。しかし、これまで有線ネットワークしか実現されていなかった大規模な幹線ネットワークについても、無線ネットワークの適用が求められている。

【0007】しかし、無線ネットワークによる通信環境は、近くの他の無線通信装置のみならず電波を放出しない反射する様々の外乱要因が存在し、電波を送受信する環境の時々刻々とした変化により、回線品質が時間の経過とともに変化するという、有線ネットワークにはない特徴がある。このため、有線に比べて通信障害の発生頻度が高く、ビットエラーレートが10倍から100倍程度に高い。また、一度決定した通信回線でも、使用中に異常となって通信が途絶することもある。一方、無線通信での異常は一過性の場合が多く、時間が経過するとともに速やかに回線品質が復旧するという特徴もある。

【0008】また、複数組の無線通信装置が相互に通信を行う場合、帯域を共有しなくてはならないため、データ転送のスループットが低下する点である。複数の無線ネットワークが存在し、同じ周波数帯域を使用する場合、相互の通信を妨害しない様に帯域を共有するため、例えば時分割で帯域を使用して通信がある。よって、通信を行う無線ネットワークが複数存在すると、そのネットワークの数だけデータ転送のスループットが低下する。なお、複数の無線ネットワークが互いに離れていて、通常は相互に影響が無い場合でも、一時的に相互の無線通信が受信され、帯域の共有を行わなくてはならない状態が発生することがある。有線ネットワークでは各ネットワーク用のケーブルを敷設するため、複数のネットワークが帯域を共有をすることはない。

【0009】つまり、無線ネットワークでは一時的にデータ転送ができない、あるいはデータ転送のスループットが低下する箇所が頻繁に発生するため、データ転送を安定に行うことができない。そして、データ転送が安定しないことにより、パケット(フレーム)ロスが発生し上位プロトコルでの再送、あるいは中継機器間でのフレーム再送が頻発し、伝送遅延が大きくなる。このようなことが、無線ネットワークを大規模かつデータ伝送距離の

長い基幹ネットワークに適用する上での制約となっている。

【0010】本発明の目的は、上記した従来技術の問題点に鑑み、データ転送の性能と信頼性を確保し、安定したデータ転送を可能にする無線ネットワークのデータ伝送路制御方式と、大規模な基幹ネットワークの無線ネットワーク化を実現することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため本発明は、無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へデータを送信する経路が複数存在するよう構成される無線ネットワークにおいて、前記送信元から前記送信先へ経路情報の調査可能なフレームを送信し、このフレームを通じて取得される経路情報による回線品質が一定レベル以上となる経路または複数の経路の中で最も回線品質の高い経路を使用経路に決定する転送経路制御機能を設けてなることを特徴とする。

【0012】前記経路情報は、前記送信元から前記送信先へ前記フレームを送信する片道または往復の経路における前記フレームの通信時間、リトライ回数または回線負荷であり、前記経路情報の値が小さいほど前記回線品質を高く評価することを特徴とする。

【0013】前記転送経路制御機能は、前記通信制御装置が、前記経路情報の調査可能なフレームの発行手段と、受信した経路情報に基づいて使用経路を決定する経路判定手段を備え、送信元、送信先、あるいは中継局として連系した構成によって実現される。

【0014】また、本発明は、無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へ直接または他の通信制御装置を経由してデータを送信する経路が複数存在するよう構成されている無線ネットワークにおいて、前記送信元から前記送信先への通信中に、送信元からのデータフレームに設けた経路情報エリアを用いて経路上の経路情報を取得し、前記送信先で異常検出閾値と経路情報エリアの値を比較し、前記経路情報の値が前記異常検出値を超える場合に通信中の経路の異常検出を行い、前記送信元へ異常発生を通知する回線異常検出機能を備えたことを特徴とする。

【0015】また、前記転送経路制御機能を設け、前記送信元は使用経路の異常発生を知ったときに、少なくとも使用経路外の他の全ての経路を通じて前記送信先へ前記経路情報の調査可能なフレームを送信し、前記経路品質のよい経路への切り替えを可能にしたことを特徴とする。

【0016】本発明の無線ネットワークの経路制御方法は、無線通信機能を持つ複数の通信制御装置間で、送信元となる通信制御装置から送信先となる別の通信制御装置へデータを送信する経路が複数存在するよう構成さ

れる無線ネットワークにおいて、前記送信元から前記送信先への通信開始または再開時に、前記送信元から前記送信先への全ての経路に対して経路情報を調査するための経路調査フレームを送信し、前記送信先が受信した複数の経路の経路調査フレームの経路情報、または前記送信先で各々の経路を折り返し前記送信元が受信した複数の経路調査フレームの経路情報に基づいて、各経路の回線品質を判断して使用経路を決定することを特徴とする。

10 【0017】前記送信先または前記送信元が複数の経路から前記経路調査フレームを受信し、最初に受信された経路を通信時間の最も短い最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする。

【0018】また、前記経路調査フレーム内にリトライ回数を前記経路情報として格納する領域を持ち、前記送信元から前記送信先への経路調査フレームまたは折り返しの経路調査フレームの中継を行う通信制御装置が前記経路調査フレームを次段の通信制御装置へ送信する時に発生したリトライ回数を前記経路調査フレーム内のリトライ回数を格納する領域に累積し、前記送信先または前記送信元が複数の経路から受信した経路調査フレーム内のリトライ回数を比較し、リトライ回数の累積値の最も小さい経路を最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする。

【0019】また、前記経路調査フレーム内に回線負荷を格納する領域を持ち、前記送信元から前記送信先への経路調査フレームまたは折り返しの経路調査フレームの中継を行う通信制御装置が前記経路調査フレームを次段の通信制御装置へ送信する際に現在の回線負荷を求め、前記経路調査フレーム内に格納された回線負荷の値より求めた回線負荷が大きい場合に経路調査フレーム内の回線負荷を求めた回線負荷に書き換え、前記送信先または前記送信元が複数の経路から受信した経路調査フレーム内の回線負荷を比較し、回線負荷の最も小さい経路を最良の回線品質の経路と判断することを特徴とする。

【0020】前記回線負荷は、現時点から所定時間前までに前記次段の通信制御装置と送受信したフレームのビット数を、前記次段の通信制御装置との間の回線の帯域で割った値によって表すことを特徴とする。

40 【0021】本発明の無線通信制御装置は、無線ネットワークを構成する複数の通信制御装置の1つであって、送信局、受信局または中継局となって送信元（送信局）から送信先（受信局）へのデータを複数の経路の1つを使用して送信する無線通信機能を持ち、さらに、経路情報エリアを有し、前記送信元から前記送信先への経路の経路情報の取得可能なフレームの送信手段と、受信したフレームの経路情報を自装置で求めた経路情報に基づいて更新する経路情報取得手段と、複数の経路から受信したフレームの経路情報に基づいて使用経路を決定する経路判定手段を設け、自装置が送信局、受信局または中継

局かに応じて上記各手段の少なくとも1つを実行することを特徴とする。

【0022】また、前記送信元から前記送信先へ送信するデータフレームに前記経路情報エリアを有し、データ通信中に使用経路の経路情報を前記データフレームから取得して、予め設定されている異常検出閾値と比較し、使用経路の経路情報の値が閾値を超える場合に前記使用経路の異常検出を行なう異常検出手段を設けたことを特徴とする。

【0023】本発明によれば、無線ネットワーク上で一過性の回線品質の低下が各無線通信装置間で発生し、一時的にデータ転送が遅くなったり、データ転送そのものができない経路が発生した場合、データ送信元の通信制御装置またはデータ送信先の通信制御装置が、データ転送に要する時間、無線通信装置間のデータ転送リトライ回数あるいは、無線通信装置間の回線負荷から回線品質の低下を検出し、回線品質の低下した経路から回線品質が低下していない経路にデータ転送を切替えることで、データ転送経路を確保しデータ通信を継続する。

【0024】また、データ転送経路を確保することにより、データ転送の性能、信頼性を確保することができるため、安定したデータ転送を無線ネットワークで実現することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明による無線ネットワーク及びその転送経路制御方式について、複数の実施形態を説明する。第1の実施形態では、送信の開始に際して送信元と送信先間の無線ネットワークで行われる転送経路制御方式を説明する。第2の実施形態は送信中の送信元と送信先間の無線ネットワークで行われる転送経路の監視、制御方式を説明する。

【0026】【第1の実施形態】図2は本発明を適用する無線ネットワークの一実施例を示す。この無線ネットワークは無線通信制御装置100、110、120、130、140と、無線端末101、102、103、121、122、123等からなり、リング状の無線ネットワークを構成している。説明の都合上、無線通信制御装置100、120に接続している無線端末のみ示しているが、他の無線通信制御装置にも同様な無線端末が接続されている。

【0027】リング状のネットワークを構成するため、各無線通信制御装置は図示の矢印のように、他の2個所の無線通信装置と通信ができるようになっている。例えば、無線通信制御装置100は経路①、②により、無線通信制御装置110、140と通信が可能である。また、直接通信ができない無線通信制御装置120とのデータ転送は、経路①では無線通信装置110、130、経路②では無線通信装置140を中継して行われる。他の無線通信装置の場合も同様である。なお、回線異常検出閾値記憶部211は、リトライ回数あるいは回線負荷がどれだけの値になったら回線の異常として検出するかを示す閾値を記憶している。

て、後述する実施形態2の動作で参照される。

【0028】図1は、本発明の一実施例による無線通信制御装置の構成を示す。無線通信制御装置100は制御部200、タイマ201、復調器202、バンドパスフィルター203、受信ミキサー204、周波数シンセサイザー205、送信ミキサー206、変調器207、送受信バッファ208、空中線209、送受信切替えスイッチ210、回線異常検出閾値記憶部211から構成されている。他の無線通信装置も同様である。

【0029】ここで、無線通信制御装置100の制御部200は全体の制御を司るとともに、「課題を解決するための手段」に記載した経路情報の取得可能なフレームの送信手段、自装置での経路情報を算出し受信したフレームの経路情報を更新する経路情報取得手段、複数の経路から受信したフレームの経路情報に基づいて使用経路を決定する経路判定手段を、後述するソフトウェアの機能によって実現している。また、第2の実施形態にかかる異常検出手段も同様である。

【0030】無線通信制御装置100におけるデータ送信の基本的な動作を説明する。制御部200は送信先アドレス、送信元アドレス、データを含むデータフレームを生成し、送受信バッファ208に格納する。送信時、制御部200は送受信切替えスイッチ210を送信ミキサー206の出力に切替え、送受信バッファ208からデータフレームを読み出し、変調器207に出力する。変調器207で変調されたデータフレームは送信ミキサー206に送られ、周波数シンセサイザ205の生成する搬送波に載せられ、空中線209を介して他の無線通信制御装置に送信される。一方、受信ミキサー204は周波数シンセサイザ205からの搬送周波数に同調する信号を受信して周波数変調し、バンドパスフィルター203を経て復調器202でデジタルデータのデータフレームに復調する。受信のデータフレームは制御部200に送られ、送受信バッファ208に格納される。

【0031】図3に、送受信に用いる複数のデータフレームの構成を示す。(a)のフレームは、プリアンブル300、送信先アドレス301、送信元アドレス302、ルート303、データ304、CRC(Cyclic Redundancy Code)305から構成されている。ルート303は本フレームの転送経路を示すフィールドで、図2の経路①または経路②のいずれかを示している。一方、(b)のフレームはリトライ回数306のフィールド、(c)のフレームは回線負荷307のフィールドを有し、回線でのリトライ回数306または回線負荷307が転送され、送受信バッファ208に格納される。

【0032】第1の実施形態の転送経路制御方式で、図3(a)、(b)及び(c)のフレームはそれぞれ以下に説明する実施例1、実施例2及び実施例3に適用される。

【0033】【実施例1】転送経路制御方法の実施例1は、複数の経路の中でフレームが最も早く受信される経

路を転送経路に決定する方式で、以下、無線端末101が無線端末123に対しデータを転送する例によって説明する。

【0034】無線端末101は無線通信制御装置100にデータを転送する。無線通信制御装置100は無線端末101からのデータをフレーム化し、経路①の無線通信制御装置140あるいは経路②の無線通信制御装置110に転送する。無線通信制御装置110がデータフレームを受信した場合は、無線通信制御装置120にデータが転送される。一方、無線通信制御装置140がデータフレームを受信した場合は無線通信制御装置130を経由してデータフレームが無線通信制御装置120に転送される。データフレームを受信した無線通信制御装置120は、データ転送先が無線端末123であることを認識して、受信したデータを無線端末123に転送する。

【0035】このデータ送信の開始に際し、無線ネットワークで送信側（送信元）となる無線通信制御装置100と受信側（送信先）となる無線通信制御装置120の間で、経路①、②を使用して経路調査フレームを送受信して転送経路の決定が行われる。ここでは、図2のように経路②に異常があり、経路①が正常であるケースを説明する。使用する経路調査フレームは、図3(a)のデータフレームと同じフォーマットである。ただし、データ304は受信先での正常受信のチェックができればよいので、テストデータでもよい。

【0036】図4は、実施例1で送信先が経路を決定するときの通信フレームの流れを示す。両経路①、②のフレームの流れが比較しやすいように、送信先の無線通信制御装置120を中心部に、送信元の無線通信制御装置100を両端に記述（実際には1つ）している。無線通信制御装置100は図示の右側の経路①と左側の経路②に、同時に経路調査フレームを送信する。

【0037】経路①に送信された経路調査フレームは無線通信制御装置140に受信される。無線通信制御装置140はフレーム内のCRC305を用いて経路調査フレームのデータが正しく受信されたか確認する。正しく受信された場合は前段の送信側である無線通信制御装置100に受信応答を返す。無線通信制御装置140以降にフレームを中継する無線通信制御装置130および最終的にフレームを受信する無線通信制御装置120も同様の確認を行い、フレームが正しければ前段の無線通信制御装置に受信応答を返す。これらの手順により、経路調査フレームは経路①を通って無線通信制御装置120に受信される。

【0038】一方、経路②に送信された経路調査フレームは無線通信制御装置100から無線通信制御装置110に送信されるが、無線通信制御装置100と110の間の回線が電波障害等により、無線通信制御装置110は正しく受信できず、無線通信制御装置100に受信応答を返すことができない。無線通信制御装置100は調査フレーム送信後、装置内のタイマ201により無線通信制御装置110からの受

信応答を監視するが、受信応答が帰ってこないためタイムアウトとなる。そこで、無線通信制御装置100は無線通信制御装置110に対する経路調査フレームの送信をリトライ（再送）する。

【0039】図示では、2回目のリトライで無線通信制御装置110は経路調査フレームを正しく受信し、受信応答を無線通信制御装置100に返している。この結果、経路②に送信された経路調査フレームは、無線通信制御装置110を中継して無線通信制御装置120に受信されている。なお、予め定められている最大リトライ回数を超えたときは通信が中断される。

【0040】経路調査フレームを受信した送信先の無線通信制御装置120は、経路①および経路②からの経路調査フレームを受信すると、使用する経路調査フレームの構成に応じて、以下の3つの何れかの方法で経路を決定する。図3(a)のフォーマットの経路調査フレームを用いる場合、無線通信制御装置120は経路①及び経路②を通過した2つの経路調査フレームのうち、先に受信した経路調査フレームが通過した経路①を使用経路に決定する。そして、経路フレームのルート303に経路①を設定した経路応答フレームを、無線通信制御装置130、140を経由して、送信元の無線通信制御装置100に返す。無線通信制御装置100は応答フレームの経路情報から経路①を無線通信制御装置120へのフレーム送信経路に設定し、フレームを経路①経由で無線通信制御装置120に送信する。

【0041】本実施例では、送信元から送信先に2つの経路で経路調査フレームを送信し、送信先が先に受信した経路調査フレームの経路を転送経路に決定し、経路応答フレームによって送信元に通知しているので、無線ネットワークの経路決定にかかる時間を短縮できる。

【0042】実施例1の変形として、送信先は経路を決定せずに、同一経路を折り返す経路応答フレームを送信し、送信元が先に受信した経路応答フレームの経路を転送経路に決定するようにしてもよい。

【0043】図5は、送信元が経路を決定するときの通信フレームの流れを示し、図4と同様の形式で記述されている。無線通信制御装置100は経路①と経路②に経路調査フレームを送信する。経路①及び経路②に送信された経路調査フレームは、図4の場合と同じ手順で無線通信制御装置120に到達する。一方、経路②に送信された経路調査フレームが無線通信制御装置100と110の間の回線が電波障害により正しく送信されず、リトライが発生する。

【0044】経路①及び経路②からの経路調査フレームを受信した無線通信制御装置120は、経路調査フレームを受信すると折り返し当該経路に、経路応答フレームを同じ手順により無線通信制御装置100に返す。無線通信制御装置100は経路①及び経路②から受信した経路応答フレームのうち、先に受信したフレームのルート303に

設定されている経路を転送経路に決定する。一般に、送信元による経路決定は送信先の決定に比べて信頼度を向上できる。しかし、両方式にそれぞれの長短があり、詳細な比較は後述する。

【0045】〔実施例2〕転送経路制御方法の実施例2は、複数の経路の中でリトライ回数が最も少ない経路を転送経路に決定する方式で、以下、無線通信制御装置100から無線通信制御装置110に経路調査フレームを送信する例によって説明する。実施例2に適用され経路調査フレームは、図3(b)のフレームと同じフォーマットである。すなわち、経路調査フレームが無線通信制御装置100から無線通信制御装置120へ転送されるまでに、各無線通信制御装置がおこなった経路調査フレームのリトライ回数を累積して格納するリトライ回数306のエリアを有している。

【0046】図7に、リトライ回数の更新を含む無線通信制御装置の送信処理のフローを示す。この処理手順は制御部200によって制御される。無線通信制御装置が前段の無線通信制御装置から経路調査フレームを受信すると(s101)、経路調査フレーム内の送信先アドレス401とCRC305をチェックする(s102)。送信先アドレス301から自分宛ての経路調査フレームでないことを確認すると、次段の無線通信制御装置に受信した経路調査フレームを送信する(s103)する。経路調査フレーム送信後、次段の無線通信制御装置からの受信応答を装置内のタイマ201で監視する(s104)。タイマ201のタイムアウト前に受信応答が帰ってきた場合は、経路調査フレームの送信動作は終了となる。しかし、受信応答がなくタイマ201がタイムアウトした場合は、経路調査フレームのリトライ回数306を読み出し、その値に1を加える(s105)。

【0047】無線通信制御装置が経路調査フレームを最初に送信する時は、リトライ回数306には0が書き込まれている。リトライ回数306に1を加えると、再び経路調査フレームを次段の無線通信制御装置に送信する(s103)。リトライは、予め回線異常検出閾値部211に設定されているリトライ回数になるまで繰り返され、経路調査フレーム内のリトライ回数306の値を累積していく。

【0048】図6は、実施例2で送信先が経路を決定するときの通信フレームの流れを示す。経路①を通過して無線通信制御装置120で受信された経路調査フレーム上のリトライ回数306の値は0となり、経路②を通過したリトライ回数306の値は2となる。無線通信制御装置120は経路①及び経路②を通過した経路調査フレームのリトライ回数306を比較し、リトライ回数306の値が小さい経路①を無線通信制御装置100と無線通信制御装置120間の転送経路と決定する。そして、決定した経路①に経路応答フレームを送信し、無線通信制御装置100に通知する。

【0049】これによれば、転送経路内の無線通信制御装置間のリトライ回数を累積して、リトライの少ない経路を選択するので、無線ネットワークのように一過性の通信異常が多い場合に、使用時間帯で相対的に異常の少ない経路を選択でき、データ転送を安定に行うことができる。

【0050】実施例2においても、送信先ではなく送信元で転送経路を決定する変形が可能である。すなわち、無線通信制御装置120から経路①、経路②の各々に経路応答フレームが送信され、無線通信制御装置100で受信される。経路応答フレームのリトライ回数は、経路調査フレームで累積したリトライ回数を初期値とし、各通信制御装置により折り返し経路で発生したリトライ回数を累積される。無線通信制御装置100は受信した経路応答フレームでリトライ回数の少ない方を使用する転送経路に決定する。

【0051】図5の流れに示す例では、経路①では経路調査フレーム、経路応答フレームの転送ではリトライが発生しないため、経路①の経路応答フレーム内のリトライ回数306の値は0である。一方、経路②における経路調査フレームのリトライ回数は2回、経路応答フレームのリトライ回数は1回であるから、経路②の経路応答フレーム内のリトライ回数306の値は3である。この結果、無線通信制御装置100は経路①を無線通信制御装置100と無線通信制御装置120間の経路として選択する。

【0052】〔実施例3〕転送経路制御方法の実施例3は、複数の経路の中で回数負荷の最大値が最も少ない経路を転送経路に決定する方式で、以下、無線通信制御装置100から無線通信制御装置110に経路調査フレームを送信する例によって説明する。実施例3に適用され経路調査フレームは、図3(c)のフレームと同じフォーマットである。すなわち、経路調査フレームが無線通信制御装置100から無線通信制御装置120へ転送されるまでに、各無線通信制御装置が単位時間当たりの回線負荷を算出し、その最大値で経路調査フレームの回線負荷307のエリアが更新される。

【0053】図8に、回線負荷の算出を含む無線通信制御装置の送信処理のフローを示す。無線通信制御装置が前段から経路調査フレームを受信すると(s201)、経路調査フレームの送信先アドレス301とCRC305をチェックする(s202)。CRC305のチェックで経路調査フレームが正常に受信されたと判断すると、次段の無線通信制御装置との間の現在の回線負荷を算出する(s203)。

【0054】回線負荷の算出方法の一例をあげれば、「過去1秒間における次段の無線通信制御装置と送受信したフレームのビット数」を「次段の無線通信制御装置との間の回線の帯域」で割る。例えば、回線の帯域が100Mbit/secで、過去1秒間における次段の無線通信制御装置への送信ビット数が64.8Mbit/secの場合、負荷は50.648となる。この回線負荷は回線帯域の占有度を示

し、本来100Mbit/secで送受信できる帯域が、何らかの理由で64.8Mbit/secしか転送できない。つまり、この回線負荷値が低いほどスループットが低下する。

【0055】回線負荷の算出後、受信した経路調査フレーム内の回線負荷307の値と算出した回線負荷の値を比較し(s204)、算出した負荷が大きい場合は経路調査フレーム内の回線負荷307の値を算出した負荷に書き換え(s205)、次段の無線通信制御装置へ経路調査フレームを送信する(s206)。算出した負荷よりも経路調査フレーム内の回線負荷307の値が大きい場合は、経路調査フレーム内の回線負荷307の値はそのままにして、次段の無線通信制御装置に経路調査フレームを送信する。

【0056】経路調査フレーム送信後、次段の無線通信制御装置からの受信応答を無線通信制御装置内のタイマ201で監視する(s207)。タイマ201のタイムアウト前に受信応答が帰ってきた場合は、次段の無線通信制御装置への経路調査フレームの送信は終了となる。一方、受信応答がタイマ201のタイムアウト前に受信されない場合は、再度経路調査フレームを送信する。そして、ステップs203に戻り、再度負荷の計算を行う。ここでの負荷計算では、先程、次段の無線通信制御装置に送信した経路調査フレームの送信ビット数も含めて行われる。このため、経路調査フレームの送信がリトライされる度に不要な送信ビット数が増えるため、負荷の値が大きくなる。

【0057】以上のように経路調査フレームの送信リトライが成功するまで負荷が計算され、最も大きい回線負荷の値が経路調査フレームの回線負荷307のエリアに書き込まれる。図6における経路①および経路②に送信された経路調査フレームでは、経路①を通過した経路調査フレームの回線負荷307の値が、経路調査フレームのリトライが発生する経路②を通過した経路調査フレームの回線負荷307の値よりも、一般的には小さくなる。この時無線通信制御装置120は経路①及び経路②を通過した経路調査フレームの回線負荷307を比較し、回線負荷307の値が小さい経路①を無線通信制御装置100と無線通信制御装置120間の経路と判断する。

【0058】ところで、図2の無線ネットワークに近接する他の無線ネットワークが存在し、他のネットワークの無線通信制御装置と経路①の通信制御装置が通信帯域を共有するような場合、他のネットワークからの送信信号の入来によって送受信できるデータ両が制限されるため、その分だけ当該装置のスループットが低下する。本実施例の回線負荷の比較によれば、このような無線特有の負荷変動に対しても含めて、より処理効率のよい経路選択が可能になる。

【0059】実施例3においても、送信元で転送経路を決定する変形が可能である。すなわち、無線通信制御装置120から経路①、経路②の各々に経路応答フレームが

送信され、無線通信制御装置100で受信される。このとき、経路応答フレームの回線負荷307は経路調査フレームでの値を初期値とし、折り返し経路の各通信制御装置によって計算され回線負荷と比較され、最大値に更新される。

【0060】図5の流れに示す例では、経路①、経路②のリトライ回数はそれぞれ0回、3回となるので、他の要因がないとすれば経路②の負荷が大になり、負荷の小さい経路①が転送経路に決定される。

【0061】以上、無線ネットワークにおけるデータ通信開始時の経路決定方法を実施例1～3によって説明した。実施例1は回線決定の処理時間が最も短い。実施例2はリトライ回数を累積する分だけ処理時間は長くなるが、一過性の異常が発生しやすい無線ネットワークの回線状況をより正確に反映でき、信頼度が向上する。実施例3は回線負荷の計算及び最大値判定などで処理時間は最も長くなる。しかし、回線負荷にはリトライ回数や帯域の混雑状況など、無線ネットワーク特有の回線状況が反映されるので、最も異常が少なくかつスループットの高い転送経路を選択できるので、通信中の回線中断やスループット低下が少なく、信頼性が高い。

【0062】なお、上記の各実施例で経路調査フレームに共通のフォーマット用いることも可能である。即ち、フレーム内に調査パラメータのエリアを設け、制御プログラムのパラメータに応じて、リトライ回数あるいは回線負荷を格納する。実施例1の場合はダミーとなる。

【0063】次に、転送経路を送信元で決定する場合と送信先で決定する場合との特徴を説明する。一般的には、送信元で決定する方法は経路の往復を通じて回線状況が反映されるので、経路決定の信頼度が高くなるが、さらに次のような得失がある。

【0064】送信元が決定する場合、送信元は送信する経路調査フレーム数を予め定めることができるので、返信されてくる経路応答フレーム数の上限も分かる。一方、送信先で決定する場合、受信する経路調査フレーム数がどれだけあるか分からず。このため、実施例2、3では、経路比較を行うタイミングを確定するための余裕時間や、比較のためのデータの記憶領域に十分な余裕をもつ必要がある。従って、送信元が決定する方が、記憶装置を小さくすることができる。

【0065】一方、送信元が決定する場合は、各経路を経路フレームが1往復するのに対し、受信側が決定する場合は決定した経路のみに経路フレームを返信するので、返信時に使用される回線が1つだけとなる。このため、受信側が判定した場合の方が、経路調査フレームの回線使用量が少なくてすみ、回線負荷を小さくすることができる。

【0066】〔第2の実施形態〕次に、本発明の第2の実施形態として、送信中の送信元と送信先間の無線ネットワークで行われる転送経路の監視、制御方式を説明す

る。第2の実施形態での無線通信制御装置や無線ネットワークは、第1の実施形態の説明に用いた図1、図2等と同じである。

【0067】第2の実施形態では、通信中のデータフレームに格納されるリトライ回数あるいは回線負荷を監視し、それらが異常検出閾値を超えた場合に回線異常の予兆ないし発生として異常検出を行う。さらに、異常検出をした場合は、実施形態1と同様の経路調査フレームを発行して、使用的転送経路を再決定する。

【0068】図9に、通信中に回線異常を生じた無線ネットワークを示す。ネットワーク構成は図2と同じである。図2の状態では、無線通信制御装置100と無線通信制御装置110間の経路②が異常であり、フレームの転送経路には経路①が選択されて、データ通信が行われている。この状態から、経路②の回線異常は回復し、新たに無線通信制御装置130と無線通信制御装置140間の回線が異常になったとする。この場合、無線通信制御装置100と無線通信制御装置120間のフレーム転送経路である経路①は正常にフレームを転送できなくなる。

【0069】図10に、通信中に異常が発生した経路①のフレームの流れを示す。無線通信制御装置130と無線通信制御装置140間の回線が不安定なため、データフレーム及びデータフレームに対する応答フレームの転送時にリトライが発生する。本実施形態では、データフレームに図3(b)または(c)のフォーマットを使用し、そのリトライ回数306または回線負荷307を監視して、使用中の回線の経路異常を検出する。

【0070】すなわち、リトライ回数306あるいは回線負荷307を格納したデータフレームは、図6の経路①で示した手順で無線通信制御装置100から無線通信制御装置120へ転送される。データフレームを受信した無線通信制御装置120はデータフレーム内のリトライ回数306あるいは回線負荷307を読み出し、その値が閾値以上になっているか判定し(図6の送信先での「比較判定」に替えて「異常判定」が行われる)、閾値を超えている場合、経路①に異常が発生ないし予兆とみなし無線通信制御装置100に回線異常を知らせる経路応答フレームを送信する。回線異常の通知は、たとえばリトライ回数306や回線負荷307の数値を異常発生を示す特定値にして返送する。

【0071】閾値は図1の回線異常検出閾値記憶部211に、リトライ回数または回線負荷値が設定される。通信が中断される少し前の回線異常ないし予兆のレベルを閾値とするのが望ましい。

【0072】また、回線異常の検出を送信元で行うようにしてもよい。このときのデータフレームと応答フレームの流れは、図5の経路①に示した手順と同じである。経路①の場合、無線通信制御装置100は経路応答フレーム内のリトライ回数306または回線負荷307の値を読み出し、その値が閾値を超えている場合、経路①に異常が発

生したことを探出する。

【0073】送信元の無線通信制御装置100は送信先または自装置により、使用中の経路の回線異常を検出すると、通信を一時中断して経路調査フレームを経路①、②に送信し、第1の実施形態により説明した転送経路制御方式によって正常な経路を調べ、その結果、経路①が選択される。無線通信制御装置100は一時中断していたデータ通信を経路①を使用して再開する。

【0074】なお、回線異常の検出時、実行中の通信がまだ事故中断していない場合には、送信元の無線通信制御装置100が使用していない経路②にだけ経路調査フレームを送信し、その使用の可否を判定するようとしてもよい。また、通信中の異常検出による転送経路の再決定において、切替までの処理時間を最も短くするのには実施例1の手法によるのがよい。しかし、上述した信頼度を考慮する場合には、実施例2または実施例3の手法によってもよい。

【0075】

【発明の効果】本発明によれば、一過性の異常が発生しやすい無線ネットワークにおいて、送信元から送信先への複数の経路について回線状態を調査し、回線状態が良好な経路を判別して、データ転送する経路を決定するので、事故中断の少ない安定した無線通信が実現でき、無線ネットワークの信頼性を向上し、大規模ネットワークへの適用を可能にする。また、最短処理時間経路あるいは最小回線負荷の経路を選択できるので、データ転送の処理性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による無線通信制御装置の構成図。

【図2】本発明を適用する無線ネットワークの構成図。
【図3】本発明の無線通信に用いる複数の実施例によるフレームの構成図。

【図4】無線ネットワークにおける経路調査フレームの流れ図(その1)。

【図5】無線ネットワークにおける経路調査フレームの流れ図(その2)。

【図6】無線ネットワークにおける経路調査フレームの流れ図(その3)。

【図7】図1の無線通信制御装置による経路調査フレーム内のリトライ回数値の処理手順を示すフロー図。

【図8】図1の無線通信制御装置による経路調査フレーム内の回線負荷値の処理を示すフロー図。

【図9】通信中の無線ネットワークにおける回線異常発生例を示す説明図。

【図10】通信中の回線異常発生を検出するためのデータフレームの流れ図。

【符号の説明】

100, 110, 120, 130, 140…無線通信制御装置、101～10
50 3, 121～123…無線端末、200…制御部、201…タイマ、2

17

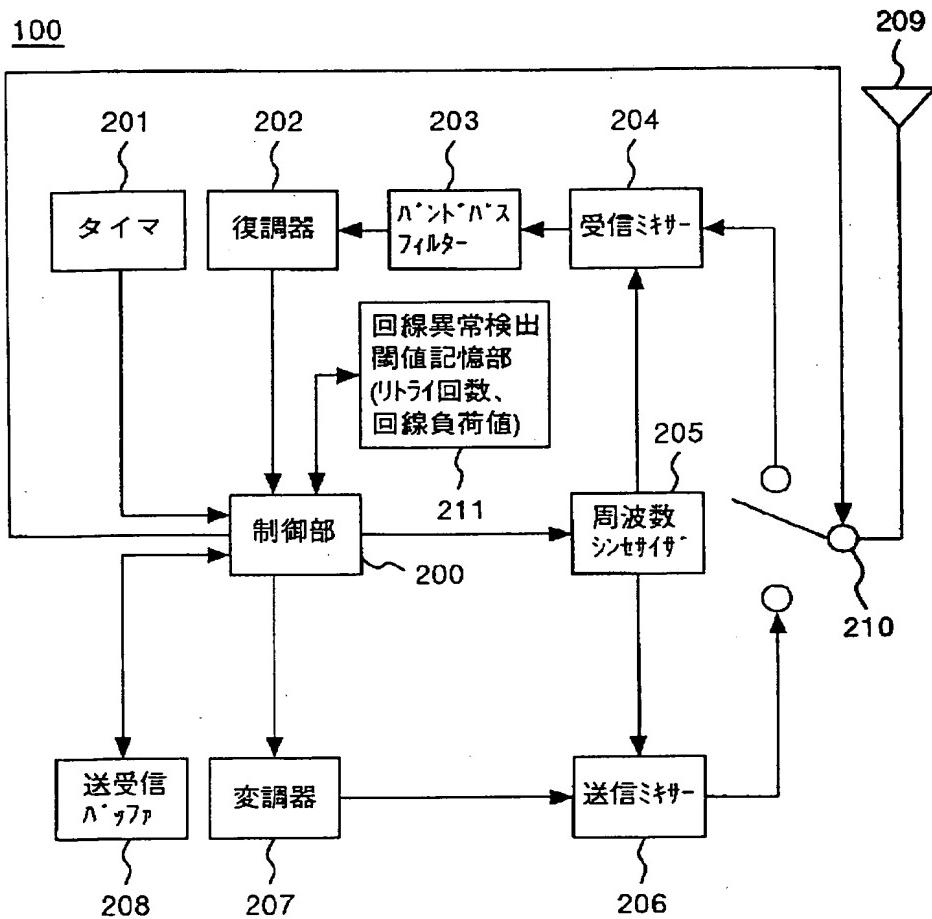
02…復調器、203…バンドパスフィルタ、204…受信ミキサー、205…周波数シンセサイザ、206…送信ミキサー、207…変調器、208…送受信パッファ、209…空中線、210…送受信切替えスイッチ、211…回線異常検出閾値記憶

18

部、300…プリアンブル、301…送信先アドレス、302…送信元アドレス、303…ルート、304…データ、305…CR C、306…リトライ回数、307…回線負荷。

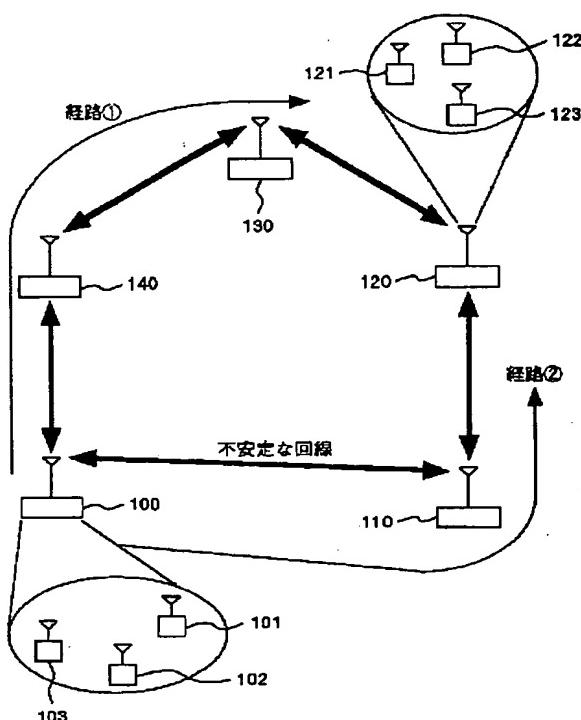
【图 1】

1



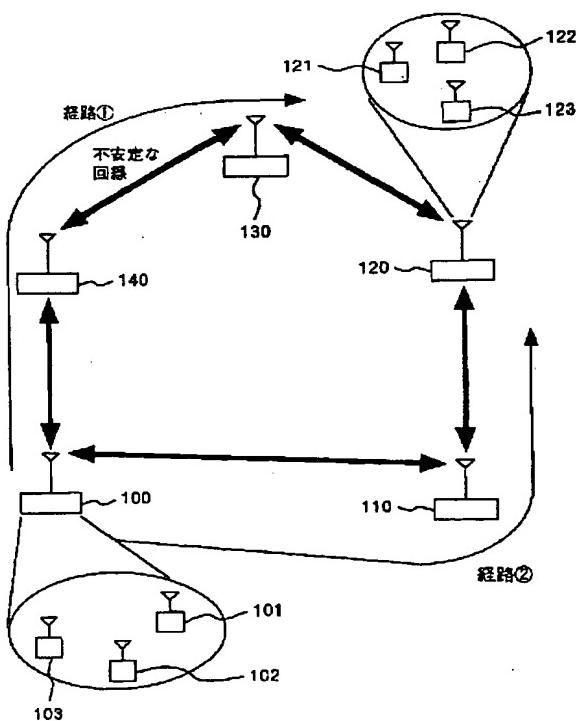
【図2】

図 2



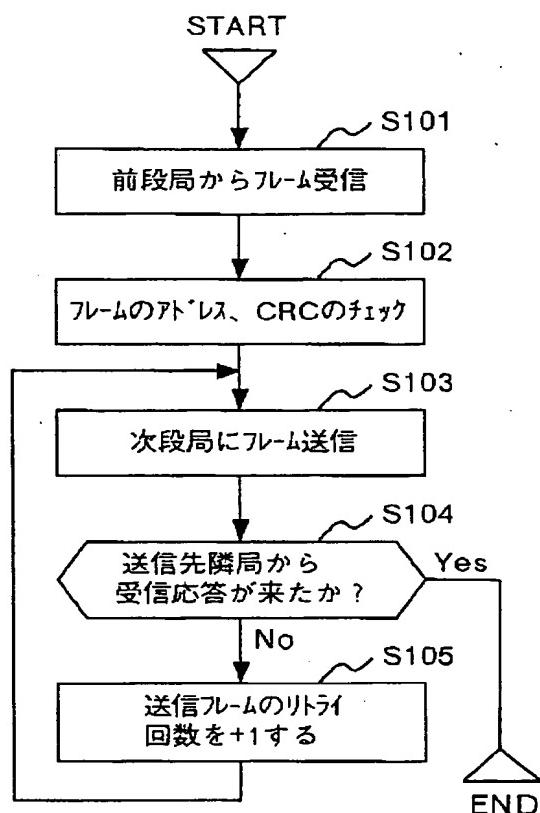
【図9】

図 9



【図7】

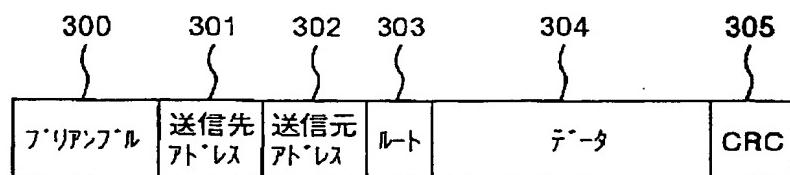
図 7



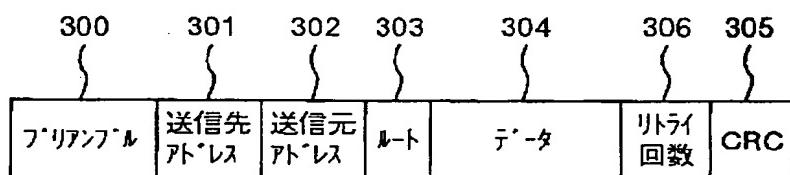
【図3】

図 3

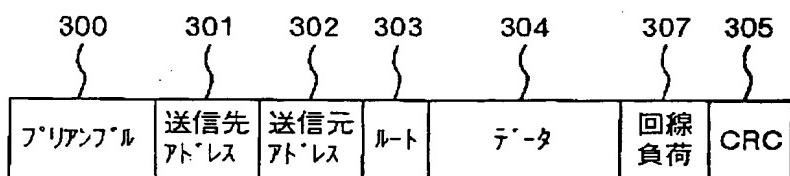
(a)



(b)

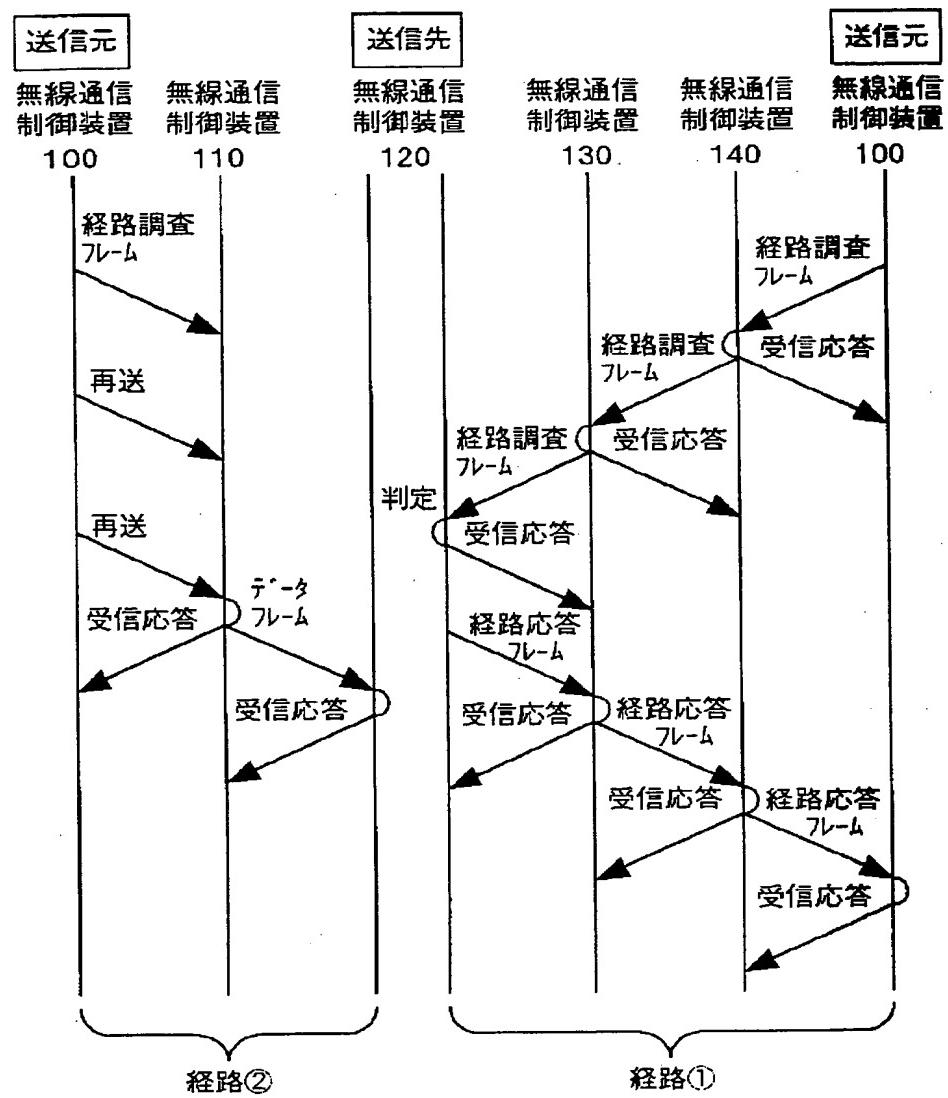


(c)



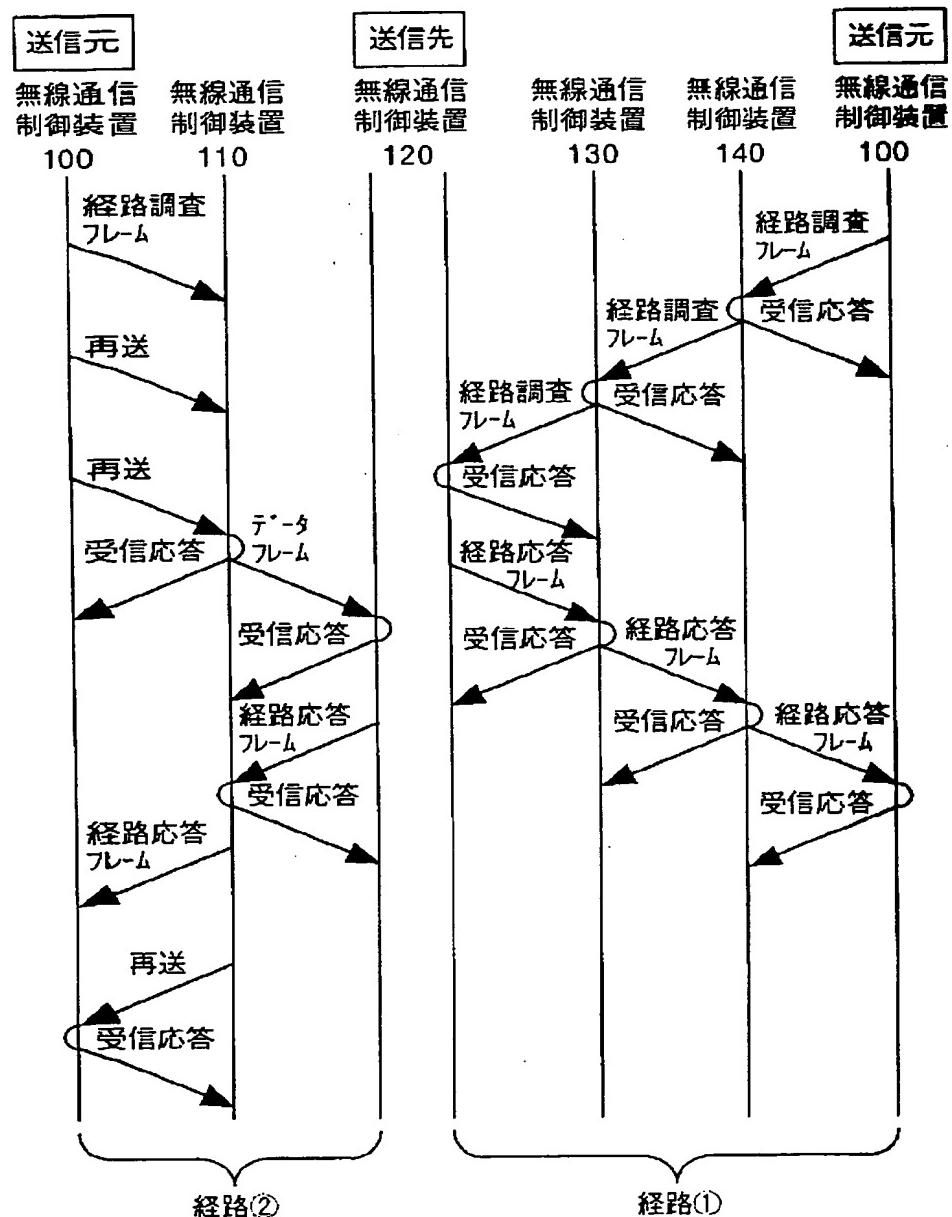
【図4】

図 4



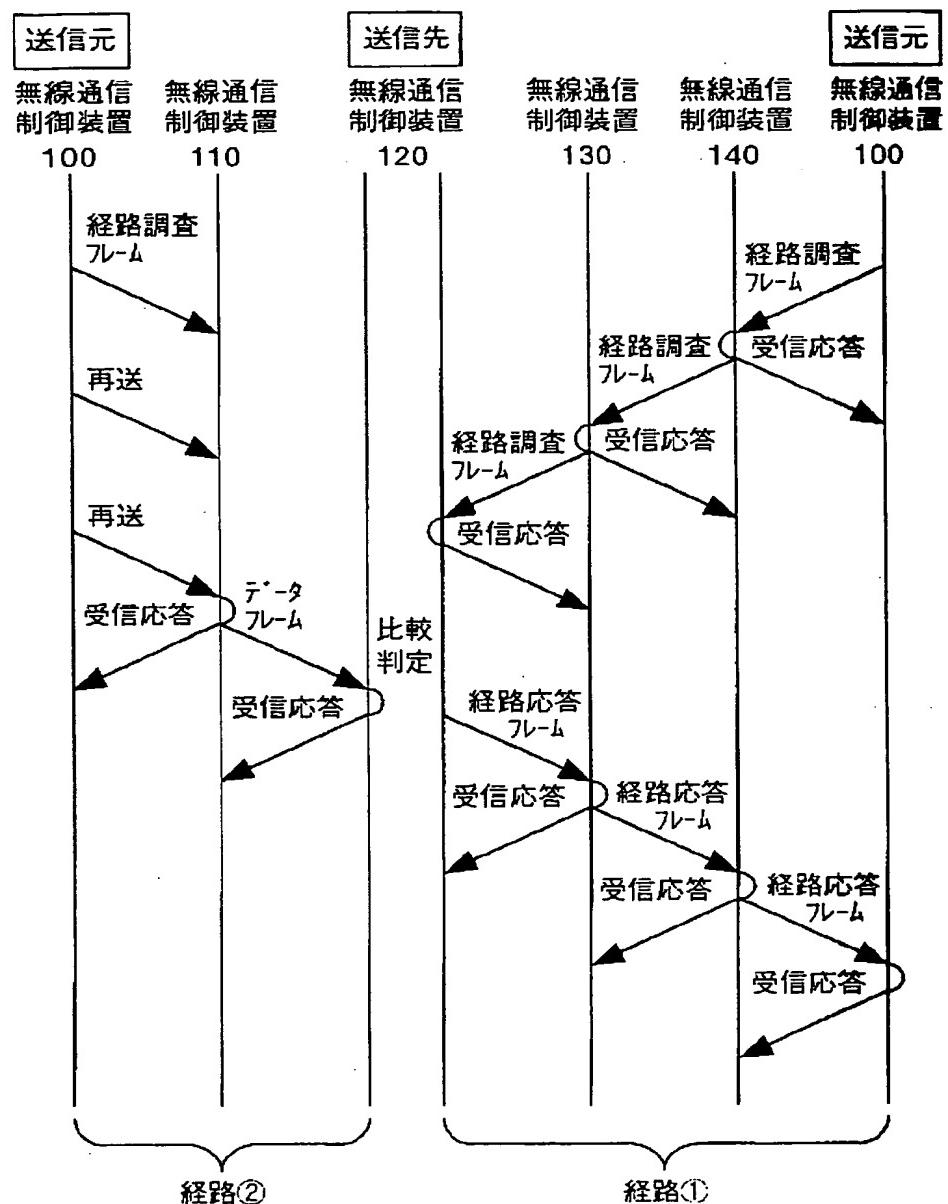
【図5】

図 5



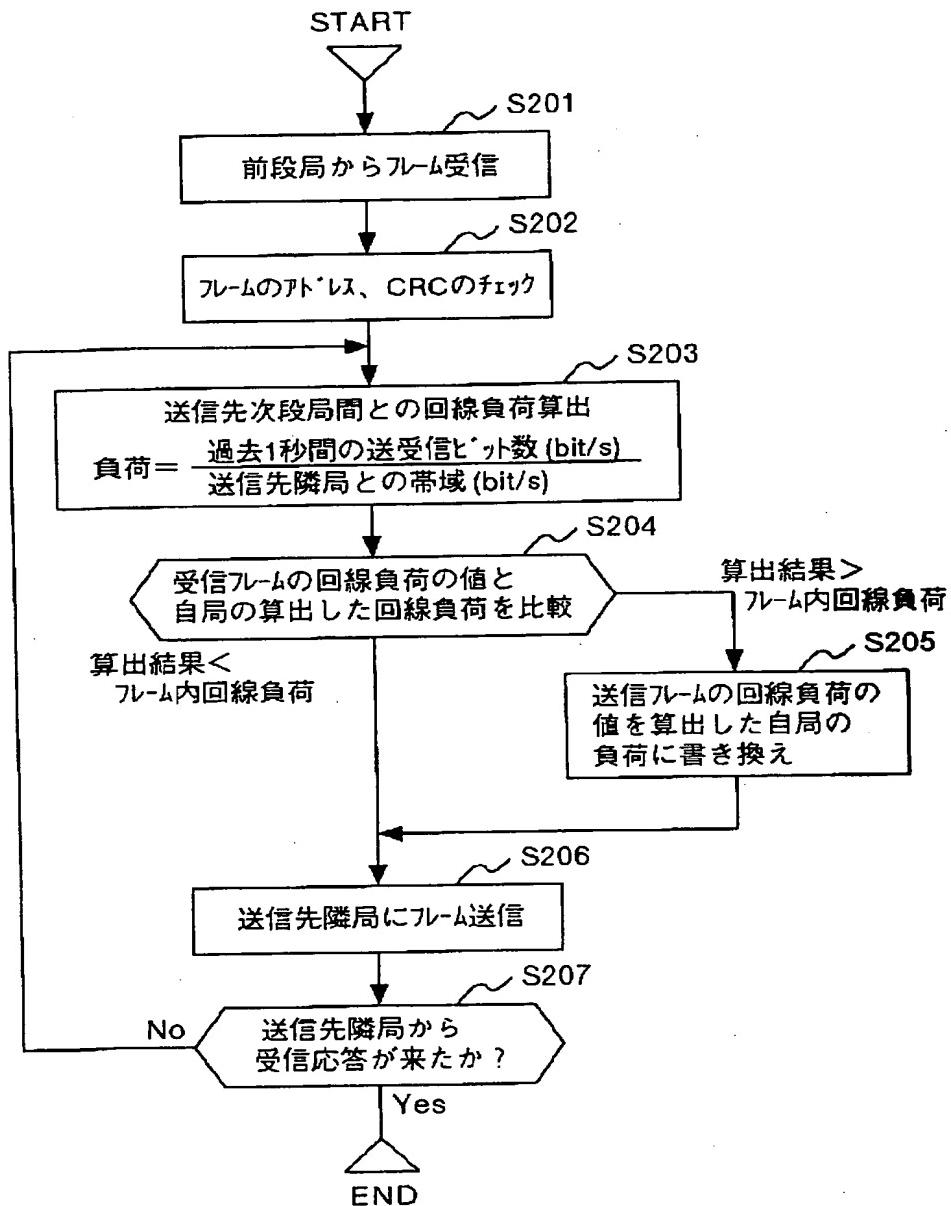
【図6】

図 6



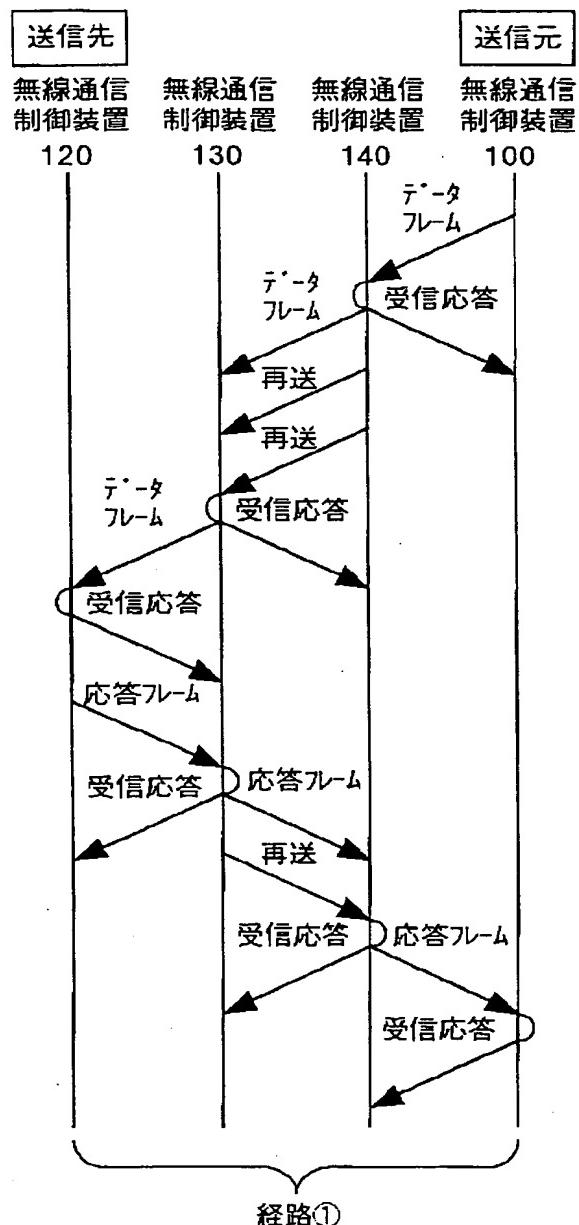
【図8】

図 8



【図10】

図 10



フロントページの続き

(72)発明者 稲田 俊司
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
 式会社日立製作所大みか事業所内

(72)発明者 益子 英昭
 茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
 式会社日立製作所大みか事業所内

(72)発明者 濱田 卓志

茨城県日立市大みか町五丁目2番1号 株
式会社日立製作所大みか事業所内

F ターム(参考) 5K030 HA08 HC14 HD03 HD07 JL01
JL07 KA05 KA13 LA01 LB05
MB03 MB04
5K033 AA07 AA09 CB01 CB03 CB08
DA05 DA17 DB09 DB18 EA06
EA07 EC01
5K067 AA23 BB21 DD28 EE06 HH17
5K072 AA01 AA22 BB02 BB15 BB25
CC06 CC28 CC31 EE04 EE13
FF04 FF10 FF25 HH02